

平成16年度共同研究実施報告書

研究題目	深層水の利活用による事業化
共同研究者 (所属・職)	研究代表者 西澤 直行 (岩手大学農学部・教授) 清水 健司 (岩手大学工学部・教授) 坂井 美久 (株佐藤組・技術顧問) 赤平 英之 (財さんりく基金・主任研究員)
研究代表者 連絡先	電話：019-621-6167 FAX：019-621-6262 Eメール：nisizawa@iwate-u.ac.jp U R L：
研究目的	本研究は、深層水から塩およびにがりを高効率で採取し、食品製造に利用する事業化を行うことを目的とする。
研究結果の概要	<p>1 はじめに (研究の背景等)</p> <p>以下の内容で研究を実施し、当初の海洋深層水からの塩とにがりの分離・生成塩の成分変化研究、にがりの健康機能研究、及び海洋深層水の塩の事業化の研究計画をほぼ達成し、商品「三陸の塩」を事業化・販売することができた。研究の成果は、以下のとおりである。</p> <p><海洋深層水について></p> <p>大船渡沖の三陸漁場は、黒潮と親潮がぶつかって潮目となり、世界的な水産資源の宝庫である。海洋深層水は、水深200m以深の海水で、表層水と比べて、清浄性、富栄養性、低温安定性といった特性を持っている。</p> <p>しかし、海洋深層水の健康機能研究やミネラル成分分離については、充分には研究がなされていないのが現状である。東北地区における、海洋深層水のミネラルウォーター、塩、にがりの健康機能及び海洋深層水塩、にがりの事業化研究は行われていない。</p> <p>本研究は、以下の観点から研究を行った。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 大船渡沖海洋深層水からの生成塩の成分変化研究 2) 大船渡沖海洋深層水にがりの健康機能研究---2型糖尿病における影響--- 3) 大船渡沖海洋深層水塩の開発、事業化研究

2 調査方法

1) 大船渡沖海洋深層水からの生成塩の成分変化研究

図1のように、容量500mlのPYREXガラス容器にあらかじめろ過（孔径5.0 μ m）した海水500mlを入れ100℃に設定したオープン（ADVANTEC製）に設置し、蒸発濃縮Iを行った。所定の蒸発量に達したところで、濃縮海水とそこに生成した結晶を吸引ろ過（GLASS FIBER FILTER 孔径1.0 μ m）により分離した。この操作により得られた結晶を沈殿結晶とした。濃縮海水は、さらに、100℃に設定したオープンで蒸発濃縮IIを行い、水分をすべて蒸発させた。これにより生成した塩を採取塩とした。

得られた沈殿結晶および採取塩の成分はイオン分析計（東亜電波工業製 IA-100）により測定した。

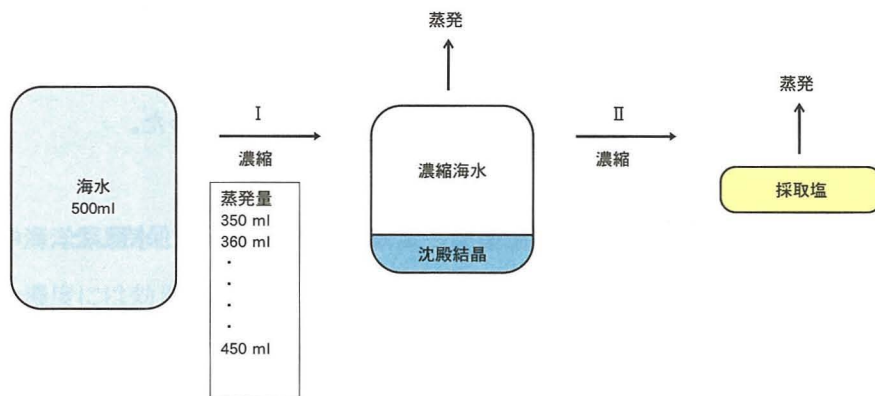


図1 実験手順

2) 大船渡沖海洋深層水にがりの健康機能研究——2型糖尿病における影響——

マグネシウム（Mg）は、必須ミネラルであり生体において、体内で働く酵素（300種類以上）の活性に関与（物質代謝、ホルモン合成など）し、特にリン酸代謝に関与するほとんどの酵素に対して賦活体として作用しており、生体内の細胞の代謝に不可欠である。他にも細胞内外のミネラルバランスの維持、骨・歯、筋肉の構成成分、遺伝情報の伝達（DNA、RNAの合成）神経や筋肉細胞の興奮性の伝達等に関与し、重要な役割を担っている。

Mgの摂取不足は高血圧、高脂血症、動脈硬化等の生活習慣病と関連している。特に糖尿病患者は低Mg血症を示すことが多いことが知られている。Mgはインスリン作用と関連しており、細胞内へのMgの調節はインスリンが行い、細胞に対するインスリン作用はMgが促進する。Mg不足は糖尿病発症の要因の一つとなり、さらに糖尿病患者にみられるMg欠乏は病状の悪化を招くという悪循環を引き起こすため、Mgの十分な摂取は重要である。そこで、海洋深層水にがりに注目して、以下のように、2型糖尿病モデルマウスにおける効果を検討した。

(動物実験および飼育方法)

2型糖尿病モデルの6週齢KK-Ay雄マウスに、コントロール食摂取群 (C群、n=8)、海洋深層水にがり添加食摂取群 (S群、n=8)、表層水にがり添加食摂取群 (H群、n=8)、酸化マグネシウム添加食摂取群 (M群、n=9) の4群に分けた。各群実験飼料で39日間飼育し、飼料摂取量と体重変化を測定した。飼育1週間おきに6時間の絶食後、尾静脈より採血し血糖値を測定した。33日目にH、M群、34日目にC、S群においてOral Glucose Tolerance Test (OGTT) を行った。38日から39日目の1日分の尿を採取し、35日から39日目の5日分の糞を採取した。尿および糞は分析まで-20℃で保存した。40日目に解剖し、血清、大腿骨、腰椎を採取した。肝臓、腎臓、精巣周囲脂肪組織の重量を測定した。

3) 海洋深層水の塩の開発研究、事業化

(1) 海洋深層水の採水

三陸沖33.6km・水深300mより弊社開発ポンプにて汲み上げ採水した。

(2) 貯蔵

循環装置にて紫外線殺菌機、冷却機を循環させ、水温4.2℃前後を保持した。

(3) 成分

ナトリウム1.1%、カリウム580mg/l、カルシウム420mg/l、マグネシウム0.13%、ケイ素1.2mg/l、ふっ素1.0mg/l、ほう素4.4mg/l、銅0.72μg/l、亜鉛1.3μg/l、鉄0.16μg/l、ニッケル0.78μg/l、モリブデン4.1μg/l、ストロンチウム7.2mg/l、バリウム2.0μg/l。

(4) にがり一食塩の分離方法

海洋深層水タンクより塩分の濃い深層水を深層水濃縮タンク (塩工場) へ移水し、太陽熱で濃縮後、蒸気釜にて煮詰め塩の結晶ができた際、遠心分離機にかけて食塩とにがりに分離した。

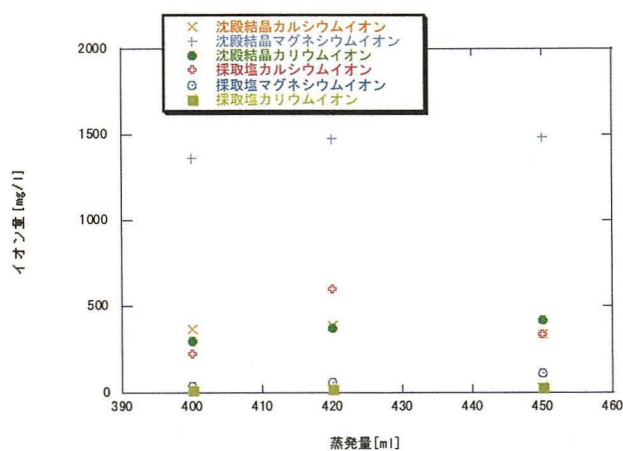
3 結果

1) 大船渡沖海洋深層水からの生成塩の成分変化研究

蒸発量の違いによる沈殿結晶のイオン量の変化を示した。蒸発量を変えることによりナトリウムイオンとカルシウムイオンのイオン量に変化がみられた。ナトリウムイオンは、蒸発量を増やすことでイオン量が著しく増加した。また、蒸発量を変えることでカルシウムイオンは減少した。

採取塩のイオン量の変化を示した。ナトリウムイオン、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、カリウムイオン、それぞれのイオンについて蒸発量を変えただけでは、採取塩の場合は違いがみられなかった。

沈殿結晶と採取塩のイオン分析の結果から、カルシウムイオンとマグネシウムイオンのイオン量が変化したことが認められた。カルシウムイオンは、採取塩に含まれていたイオン量より沈殿結晶に含まれていたイオン量が多く、蒸発の初期で析出することが確認できた。また、マグネシウムイオンは、カルシウムイオンとは逆に採取塩中に多く含まれていることがわかった。



沈殿結晶と採取塩のイオン量変化

図 2

2) 大船渡沖海洋深層水にがりの健康機能研究--- 2 型糖尿病における影響---

血中成分濃度には効果は見られなかったものの、大腿骨の海綿骨の密度に効果が観察された。

(OGTTと血液脂質濃度への影響)

グルコース負荷時の血糖値の変化は、4群間で有意差は見られなかった。飼育終了時の血糖値は、C群で 393.4 ± 128.5 (mg/dl)、S群で 382.8 ± 109.0 (mg/dl)、H群で 388.2 ± 126.9 (mg/dl)、M群で 382.2 ± 152.7 (mg/dl)であった。4群間で有意差は見られなかった。血清中インスリン濃度はC群で 19.15 ± 16.80 (ng/ml)、S群で 15.04 ± 7.829 (ng/ml)、H群で 11.75 ± 7.387 (ng/ml)、M群で 12.99 ± 12.71 (ng/ml)であった。SDが大きかったため統計学的には有意差はなかった。血清中マグネシウム濃度は、C群で 3.83 ± 0.39 (mg/dl)、S群で 3.86 ± 0.27 (mg/dl)、H群で 3.65 ± 0.40 (mg/dl)、M群で 4.01 ± 0.41 (mg/dl)であった。4群間で有意差はなく、恒常性が働いたことが分かった。

血清中総コレステロール濃度は、C群で 171.0 ± 50.7 (mg/dl)、S群で 178.0 ± 54.9 (mg/dl)、H群で 177.0 ± 74.8 (mg/dl)、M群で 182.7 ± 58.9 (mg/dl)であった。血清中HDLコレステロール濃度はC群で 89.9 ± 23.3 (mg/dl)、S群で 78.8 ± 31.1 (mg/dl)、H群で 75.5 ± 26.5 (mg/dl)、M群で 106.5 ± 27.8 (mg/dl)であった。血清中LDLコレステロール濃度は、C群で 81.1 ± 27.3 (mg/dl)、S群で 99.2 ± 23.8 (mg/dl)、H群で 88.5 ± 42.0 (mg/dl)、M群で 76.2 ± 31.2 (mg/dl)であった。血清

中トリグリセリド濃度) は、C群で 211.2 ± 47.41 (mg/dl)、S群で 185.3 ± 59.48 (mg/dl)、H群で 231.1 ± 72.99 (mg/dl)、M群で 188.2 ± 61.07 (mg/dl) であった。血清中総コレステロール濃度、血清中HDLコレステロール濃度、血清中LDLコレステロール濃度、血清中トリグリセリド濃度で4群間に有意な差は見られなかった

(骨密度、大腿骨破断強度試験および腰椎圧縮強度試験の結果)

一方、大腿骨骨強度(下図)は、対照群に比べて海洋深層水にがり群で有意に効果があった。

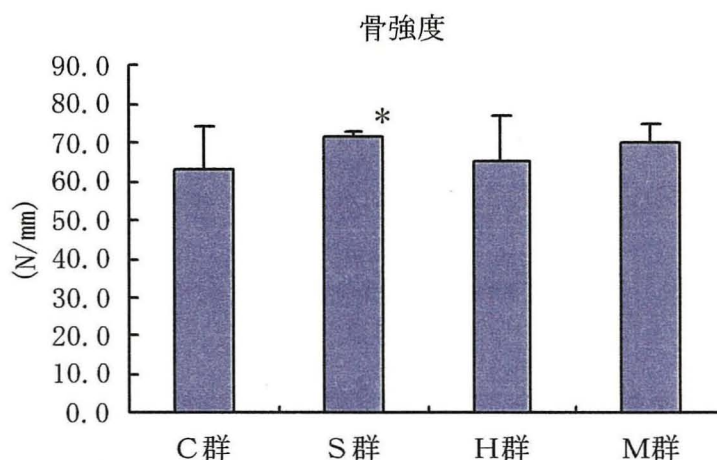


図3. 大腿骨骨強度
値は、平均値±SDを示す。C:n=7、S:n=8、H:n=8、M:n=9
*はC群に比し、S群はP<0.05で有意に高いことを示す。

更に下図のように、海綿骨密度は、対照群に比べて海洋深層水にがり群で有意に高く効果がみられた。

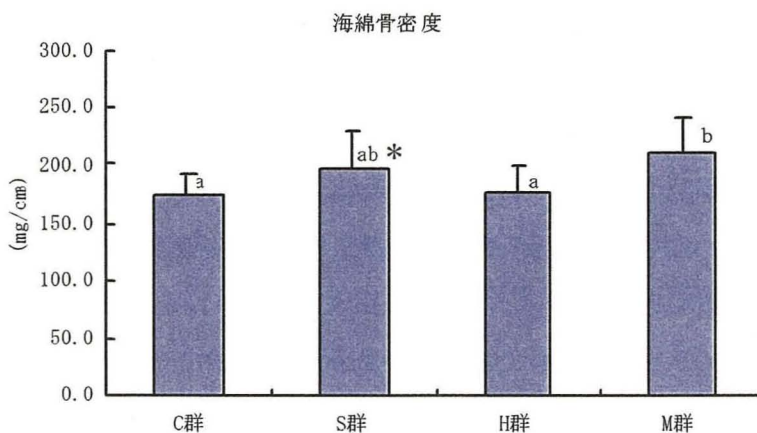


図4. 骨密度測定 海綿骨密度
値は、平均値±SDを示す。C:n=7、S:n=8、H:n=8、M:n=9
異なる英字は、平均値間の有意差があることを示す (P<0.05)。
*はC群に比し、S群はP<0.05で有意に高いことを示す。

以上のように、海洋深層水にがりは、血中の脂質濃度には影響を示さなかったものの、大腿骨の強度が大きくなり、海綿骨密度が高くなる効果を発揮した。

なお、本2型糖尿病モデルマウスにおける効果研究は、岩手大学地域連携推進センターの以下の研究機器類を使用して行われた：骨破断計、pQCT骨密度測定装置、動物飼育装置、凍結乾燥機、超低温フリーザー。

3) 海洋深層水の塩の開発研究、事業化

海洋深層水の塩の事業化、販売研究

(1) 商品名

数々の商品名の候補から、全国的にリアス式三陸海岸が承知の名称であるため、「三陸の塩」と命名した。

商品のパッケージデザイン：盛岡市内のデザイナーさんに依頼し、以下のデザインに決定した。



図 5

(2) 商品「三陸の塩」の成分

三陸の塩 (mg/100g)：マグネシウム549mg、カルシウム1070mg、ナトリウム33g、カリウム201mg、鉄0.25mg。カルシウムが他の地域の海洋深層水塩より、多いことがわかった。

汐彩にがり (mg/100ml)：マグネシウム11200mg、カルシウム5.1mg、ナトリウム125mg、カリウム39.6mg、鉄0.28mg、亜鉛55 μ g、銅34 μ g、であった。

(3) 販売

「三陸の塩」のマーケティング、販売：販売先 川徳一番館 中三 特産品プラザららいわて 株式会社ジャスター バリューみずさわ、新高輪ホテルイルレオーネ 高輪プリンスホテ

ル古稀殿 生協 高田・三陸 「道の駅」、ローソン大船渡町店 健康らんどやさか、の店舗で販売している。

(4) 販売実績

平成17年3月12日現在、150万円

4 考 察

以上のように、本さんりく基金による研究は、成分変化研究、健康機能研究、及び事業化研究の3分野で、三陸沿岸企業と岩手大学との共同研究で事業化を実現し、大きな成果をあげた。

地域振興への展開

「三陸の塩」及び、にがりの製造販売を販売を促進することによって、売上高目標を1000万レベルに押し上げ、製造部門を拡大し、三陸沿岸地域の雇用の増進へと展開する。

また、本事業拡大には、岩手大学地域連携推進センターのマーケティング支援事業への期待が大きい。

備 考